

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7363463号
(P7363463)

(45)発行日 令和5年10月18日(2023.10.18)

(24)登録日 令和5年10月10日(2023.10.10)

(51)国際特許分類		F I	
B 6 0 L	58/40 (2019.01)	B 6 0 L	58/40
H 0 2 J	7/00 (2006.01)	H 0 2 J	7/00 P
H 0 1 M	8/00 (2016.01)	H 0 2 J	7/00 3 0 3 E
H 0 1 M	8/04537(2016.01)	H 0 2 J	7/00 B
H 0 1 M	10/48 (2006.01)	H 0 1 M	8/00 A
請求項の数 6 (全15頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2019-231244(P2019-231244)	(73)特許権者	000003207
(22)出願日	令和1年12月23日(2019.12.23)		トヨタ自動車株式会社
(65)公開番号	特開2021-100339(P2021-100339	(74)代理人	愛知県豊田市トヨタ町1番地
	A)		110001195
(43)公開日	令和3年7月1日(2021.7.1)		弁理士法人深見特許事務所
審査請求日	令和3年11月19日(2021.11.19)	(72)発明者	市川 真士
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自
			動車株式会社内
		審査官	清水 康
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 燃料電池車両

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

出力を調整可能な燃料電池システムと、
蓄電装置と、
前記燃料電池システム及び前記蓄電装置の少なくとも一方から電力を受けて走行パワーを発生する駆動装置と、
前記燃料電池システムから前記駆動装置へ電力を供給しつつ前記蓄電装置のSOCが目標SOCに調整されるように前記燃料電池システムの出力を制御する制御装置とを備え、
前記制御装置は、さらに、前記蓄電装置の出力が前記蓄電装置の出力上限を超えないように前記燃料電池システムの出力を制御し、
前記蓄電装置の出力上限は、前記SOCがしきい値を下回った場合に、前記SOCが低下するに従って低下するように設定され、
前記目標SOCは、前記しきい値よりも高く、
前記目標SOCは、前記SOCが前記しきい値よりも高いときの前記蓄電装置の出力上限と前記燃料電池システムの出力上限とを合わせたシステム出力上限に相当するシステム出力を所定時間確保可能な値として設定される、燃料電池車両。

【請求項2】

前記目標SOCは、前記システム出力上限に前記所定時間を乗算して得られる電力量を前記蓄電装置の容量で除算した値を、前記しきい値に加算することで算出される、請求項1に記載の燃料電池車両。

【請求項 3】

前記目標SOCは、前記システム出力上限と前記目標SOCとの関係を示す予め準備されたマップ又は関係式を用いて、前記システム出力上限に基づいて算出される、請求項1に記載の燃料電池車両。

【請求項 4】

前記制御装置は、前記燃料電池システムの出力が前記燃料電池システムの出力上限を超えないように前記燃料電池システムの出力を制御し、

前記燃料電池システムの出力上限は、前記燃料電池システムの燃料残量に拘わらず一定である、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の燃料電池車両。

【請求項 5】

前記燃料電池システムは、

燃料を蓄えるタンクと、

前記タンクに蓄えられた燃料を用いて発電する燃料電池スタックと、

前記燃料電池スタックの出力を調整するコンバータとを含み、

前記蓄電装置は、前記コンバータと前記駆動装置との間の電力線に電氣的に接続される、請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の燃料電池車両。

【請求項 6】

車両外部の電源により前記蓄電装置を充電する充電装置をさらに備える、請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の燃料電池車両。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本開示は、燃料電池車両に関する。

【背景技術】**【0002】**

国際公開第2011/004493号(特許文献1)は、燃料電池を搭載した燃料電池車両(以下、燃料電池を「FC(Fuel Cell)」と称し、燃料電池車両を「FCV(Fuel Cell Vehicle)」と称する。)を開示する。このFCVは、FCスタックと、バッテリーとを備える。バッテリーは、余剰電力の貯蔵源、回生制動時の回生エネルギー貯蔵源、車両の加速又は減速に伴う負荷変動時のエネルギーバッファとして機能する(特許文献1参照)。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】****【文献】**国際公開第2011/004493号**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

上記のようなFCとバッテリー等の蓄電装置とを備えるFCVにおいては、FCの出力と蓄電装置の出力(或いはSOC(State Of Charge))とを協調して制御しないと、FCの出力と蓄電装置の出力とを合わせたシステム出力が制限されることにより、走行性能が低下する可能性がある。

【0005】

本開示は、かかる問題を解決するためになされたものであり、本開示の目的は、FCと蓄電装置とを備えるFCVにおいて、走行性能の低下をできるだけ抑制することである。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

本開示のFCVは、出力を調整可能なFCシステムと、蓄電装置と、FCシステム及び蓄電装置の少なくとも一方から電力を受けて走行パワーを発生する駆動装置と、FCシステムから駆動装置へ電力を供給しつつ蓄電装置のSOCが目標SOCに調整されるようにFCシステムの出力を制御する制御装置とを備える。制御装置は、さらに、蓄電装置の出

10

20

30

40

50

力が蓄電装置の出力上限を超えないようにＦＣシステムの出力を制御する。蓄電装置の出力上限は、ＳＯＣがしきい値を下回った場合に、ＳＯＣが低下するに従って低下するように設定される。そして、目標ＳＯＣは、上記のしきい値よりも高い。

【０００７】

ＳＯＣが低下して上記のしきい値を下回ると、蓄電装置の出力上限が低下することによりシステム出力が制限されるところ、このＦＣＶでは、目標ＳＯＣは、上記のしきい値よりも高いため、ＳＯＣが低下することによりシステム出力が制限されるのを回避することができる。したがって、このＦＣＶによれば、走行性能の低下をできるだけ抑制することができる。

【０００８】

目標ＳＯＣは、ＳＯＣが上記のしきい値よりも高いときの蓄電装置の出力上限と燃料電池システムの出力上限とを合わせたシステム出力上限に相当するシステム出力を所定時間確保可能な値であってもよい。

【０００９】

これにより、システム出力上限に相当するシステム出力を所定時間連続して出力することができる。したがって、このＦＣＶによれば、システム出力が制限されることによる走行性能の低下を抑制することができる。

【００１０】

制御装置は、ＦＣシステムの出力がＦＣシステムの出力上限を超えないようにＦＣシステムの出力を制御し、ＦＣシステムの出力上限は、燃料残量に拘わらず一定であってもよい。

【００１１】

これにより、ＦＣシステムの燃料が枯渇するまで、システム出力が制限されるのを回避することができる。したがって、このＦＣＶによれば、ＦＣシステムの燃料が枯渇するまで、走行性能が低下するのを抑制することができる。

【００１２】

ＦＣシステムは、燃料（水素）を蓄えるタンクと、タンクに蓄えられた燃料を用いて発電するＦＣスタックと、ＦＣスタックの出力を調整するコンバータとを含み、蓄電装置は、コンバータと駆動装置との間の電力線に電氣的に接続されてもよい。

【００１３】

このような構成により、コンバータを制御することによって、ＦＣスタック及び蓄電装置の出力を調整することができる。たとえば、ＳＯＣが目標ＳＯＣよりも低ければ、ＦＣスタックの出力を大きくすることにより、ＦＣシステムから駆動装置へ電力を供給しつつ、ＦＣシステムの出力によって蓄電装置を充電することができる。これにより、蓄電装置の出力が確保され、その結果、走行性能の低下を抑制することができる。

【００１４】

ＦＣＶは、車両外部の電源により蓄電装置を充電する充電装置をさらに備えてもよい。

【００１５】

このＦＣＶによれば、タンクに蓄えられた燃料（水素）と、車両外部から供給されて蓄電装置に蓄えられた電力とによって、長距離走行を実現することができる。

【発明の効果】

【００１６】

本開示のＦＣＶによれば、走行性能の低下をできるだけ抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１７】

【図１】本開示の実施の形態に従うＦＣＶの全体構成を示す図である。

【図２】ＦＣＶに設けられる走行モードを示す図である。

【図３】ＦＣモードにおける電力の基本的な流れを示す図である。

【図４】ＦＣＥＶモードにおける電力の基本的な流れを示す図である。

【図５】ＦＣシステム及びバッテリーのエネルギー残量とシステム出力上限との関係を示した

10

20

30

40

50

図である。

【図 6】E V モードにおける電力の基本的な流れを示す図である。

【図 7】C H G モードにおける電力の基本的な流れを示す図である。

【図 8】F D C - E C U により実行される処理の手順の一例を示すフローチャートである。

【図 9】図 8 のステップ S 6 0 において、走行モードが F C E V モードである場合に目標 S O C を算出する方法の一例を示すフローチャートである。

【図 1 0】システム出力上限と目標 S O C との関係を示す図である。

【図 1 1】走行モードが F C E V モードである場合の S O C 及びシステム出力上限の推移を示す図である。

【発明を実施するための形態】

10

【 0 0 1 8 】

以下、本開示の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一又は相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

【 0 0 1 9 】

図 1 は、本開示の実施の形態に従う F C V 1 の全体構成を示す図である。図 1 を参照して、F C V 1 は、モータジェネレータ（以下「M G (Motor Generator) 」と称する。）1 0 と、インバータ 1 2 と、F C システム 2 0 と、水素タンク 2 8 と、供給バルブ 3 0 と、エアフィルタ 3 2 と、コンプレッサ 3 4 とを備える。

【 0 0 2 0 】

M G 1 0 は、交流回転電機であり、たとえば、ロータに永久磁石が埋設された三相交流同期電動機である。M G 1 0 は、インバータ 1 2 により駆動されて回転駆動力を発生する。M G 1 0 が発生した駆動力は、図示しない駆動輪に伝達される。F C V 1 の制動時等には、M G 1 0 は、ジェネレータとして作動し発電する。M G 1 0 が発電した電力は、インバータ 1 2 により整流されてバッテリー 4 0 に蓄えることができる。

20

【 0 0 2 1 】

インバータ 1 2 は、電力線 7 0 と M G 1 0 との間に設けられ、M G - E C U 6 6 （後述）からの駆動信号に基づいて M G 1 0 を駆動する。インバータ 1 2 は、たとえば、三相分のスイッチング素子を含むブリッジ回路によって構成される。

【 0 0 2 2 】

F C システム 2 0 は、F C スタック 2 2 と、昇圧コンバータ 2 4 と、リレー 2 6 とを含む。F C スタック 2 2 は、たとえば固体高分子形のセルが複数（たとえば数十～数百）直列に積層された構造体である。各セルは、たとえば、電解質膜の両面に触媒電極を接合し、それを導電性のセパレータで挟み込むことによって構成され、アノードに供給される水素とカソードに供給される酸素（空気）とが電気化学反応を起こすことで発電する。

30

【 0 0 2 3 】

昇圧コンバータ 2 4 は、F D C - E C U 6 0 （後述）からの制御信号に基づいて、F C スタック 2 2 が発電した電力を昇圧して（たとえば数百 V ）電力線 7 0 へ出力する。リレー 2 6 は、F C スタック 2 2 と昇圧コンバータ 2 4 との間の電路に設けられ、車両システムの停止時や F C システム 2 0 の不使用時に開放される。

【 0 0 2 4 】

水素タンク 2 8 は、F C スタック 2 2 に供給される燃料の水素を貯蔵する。水素タンク 2 8 は、たとえば炭素繊維強化プラスチック層を含む軽量かつ高強度の高圧タンクであり、たとえば数十 M P a の水素を貯蔵することができる。そして、水素タンク 2 8 から供給バルブ 3 0 を通じて F C スタック 2 2 へ水素が供給される。

40

【 0 0 2 5 】

コンプレッサ 3 4 は、F C スタック 2 2 へ酸素を供給するための機器である。コンプレッサ 3 4 は、エアフィルタ 3 2 を通じて酸素（空気）を吸引し圧縮して F C スタック 2 2 へ供給する。

【 0 0 2 6 】

F C V 1 は、さらに、バッテリー 4 0 と、D C (Direct Current) インレット 4 4 と、

50

A C (Alternate Current) インレット 4 8 と、充電器 5 0 と、リレー 4 2 , 4 6 , 5 2 とを備える。

【 0 0 2 7 】

バッテリー 4 0 は、充放電可能に構成された蓄電装置である。バッテリー 4 0 は、複数の電池セル（たとえば数百セル）から構成される組電池を含む。各電池セルは、たとえば、リチウムイオン電池或いはニッケル水素電池等の二次電池である。なお、リチウムイオン二次電池は、リチウムを電荷担体とする二次電池であり、電解質が液体の一般的リチウムイオン二次電池のほか、固体の電解質を用いた所謂全固体電池も含み得る。バッテリー 4 0 に代えて、電気二重層キャパシタ等の蓄電素子を用いてもよい。

【 0 0 2 8 】

バッテリー 4 0 は、リレー 4 2 を介して電力線 7 2 に接続されており、電力線 7 2 は、電力線 7 0 に接続されている。バッテリー 4 0 は、M G 1 0 を駆動するための電力を蓄えており、電力線 7 2 , 7 0 を通じてインバータ 1 2 へ電力を供給する。また、バッテリー 4 0 は、F C V 1 の制動時等に M G 1 0 により発電される電力を受けて充電される。このバッテリー 4 0 は、F C V 1 の加減速に伴う負荷変動を吸収したり、F C V 1 の制動時等に M G 1 0 により発電される電力を蓄えたりするエネルギーバッファとして機能することができる。

【 0 0 2 9 】

また、本実施の形態では、バッテリー 4 0 は、車両外部の電源（図示せず）から D C インレット 4 4 又は A C インレット 4 8 を通じて供給される電力を受けて充電することができる（以下、車両外部の電源によるバッテリー 4 0 の充電を「外部充電」とも称する。）。

【 0 0 3 0 】

D C インレット 4 4 は、リレー 4 6 を介して電力線 7 4 に接続されており、電力線 7 4 は、電力線 7 2 に接続されている。D C インレット 4 4 は、車両外部の充電スタンド等（図示せず）から延びる D C 充電ケーブルのコネクタを嵌合可能に構成されており、充電スタンド等から供給される高圧の直流電力を受電して電力線 7 4 へ出力する。

【 0 0 3 1 】

A C インレット 4 8 は、リレー 5 2 を介して充電器 5 0 に接続されている。A C インレット 4 8 は、車両外部の充電スタンド等から延びる A C 充電ケーブルのコネクタを嵌合可能に構成されており、充電スタンド等から供給される交流電力（たとえば系統電力）を受電して充電器 5 0 へ出力する。充電器 5 0 は、電力線 7 4 に接続されており、A C インレット 4 8 から入力される交流電力をバッテリー 4 0 の電圧レベルに変換して電力線 7 4 へ出力する。

【 0 0 3 2 】

リレー 4 2 は、バッテリー 4 0 と電力線 7 2 との間に設けられ、F C V 1 のシステム起動中、或いは外部充電の実行中に閉成される。リレー 4 6 は、D C インレット 4 4 と電力線 7 4 との間に設けられ、D C インレット 4 4 を用いた外部充電（D C 充電）の実行時に閉成される。リレー 5 2 は、A C インレット 4 8 と充電器 5 0 との間に設けられ、A C インレット 4 8 及び充電器 5 0 を用いた外部充電（A C 充電）の実行時に閉成される。

【 0 0 3 3 】

このように、F C V 1 は、D C インレット 4 4 又は A C インレット 4 8 に接続される車両外部の電源によってバッテリー 4 0 を充電可能なプラグイン F C V であり、外部充電によりバッテリー 4 0 に蓄えられた電力を用いて走行することができる。

【 0 0 3 4 】

F C V 1 は、さらに、F D C - E C U (Electronic Control Unit) 6 0 と、モードスイッチ (M D - S W) 6 2 と、電池 E C U 6 4 と、M G - E C U 6 6 とを備える。F D C - E C U 6 0 、電池 E C U 6 4 、及び M G - E C U 6 6 の各々は、C P U (Central Processing Unit) と、メモリ (R O M (Read Only Memory) 及び R A M (Random Access Memory)) と、入出力バッファとを含んで構成される（いずれも図示せず）。C P U は、R O M に格納されているプログラムを R A M 等に展開して実行する。R O M に格納されているプログラムには、対応の E C U により実行される処理が記述されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

F D C - E C U 6 0 は、F C V 1 に要求される走行パワー、及びバッテリー 4 0 の充放電要求に基づいて、F C システム 2 0 に要求される出力 (F C システム 2 0 の出力電力) を算出し、算出された電力を F C システム 2 0 が出力するように昇圧コンバータ 2 4 を制御する。なお、F C V 1 に要求される走行パワーは、アクセルペダルの操作量及び車速等から算出される。本実施の形態では、走行パワーは、F D C - E C U 6 0 によって算出されるものとするが、他の E C U (たとえば、車両全体を統括的に制御する車両 E C U (図示せず)) によって算出してよい。

【 0 0 3 6 】

F D C - E C U 6 0 は、F C システム 2 0 の出力が所定の出力上限 W_{fc} を超えることなく、かつ、バッテリー 4 0 の出力も出力上限 W_{out} を超えないように、F C システム 2 0 の出力を制御する。なお、本実施の形態では、F C システム 2 0 の出力上限 W_{fc} は、F D C - E C U 6 0 において設定され、バッテリー 4 0 の出力上限 W_{out} については、電池 E C U 6 4 により、バッテリー 4 0 の S O C 及び温度等に基づいて設定される。F C システム 2 0 の出力上限 W_{fc} 、及びバッテリー 4 0 の出力上限 W_{out} については、後ほど詳しく説明する。

10

【 0 0 3 7 】

また、F D C - E C U 6 0 は、モードスイッチ 6 2 による設定に従って、走行モードを切り替える。この F C V 1 は、電源として F C システム 2 0 及びバッテリー 4 0 を搭載し、また、バッテリー 4 0 には電力を蓄えることができる。そして、本実施の形態に従う F C V 1 では、F C システム 2 0 及びバッテリー 4 0 の使い方に応じた 4 つの走行モードがあり、ユーザは、モードスイッチ 6 2 を操作することによって走行モードを選択することができる。走行モードについては、後ほど詳しく説明する。

20

【 0 0 3 8 】

モードスイッチ 6 2 は、ユーザが走行モードを設定するためのスイッチである。モードスイッチ 6 2 は、専用のスイッチであってもよいし、ナビゲーション装置等のタッチパネルディスプレイ内に形成されてもよい。

【 0 0 3 9 】

電池 E C U 6 4 は、バッテリー 4 0 の電圧、電流、温度等を監視する。バッテリー 4 0 の電圧、電流、温度等は、図示しない各種センサによって検出される。そして、電池 E C U 6 4 は、バッテリー 4 0 の電圧、電流、温度等の検出値に基づいてバッテリー 4 0 の S O C を算出する。算出された S O C の値は、F D C - E C U 6 0 へ送信される。なお、S O C の算出は、バッテリー 4 0 の電圧、電流、温度等の検出値に基づいて、F D C - E C U 6 0 で行なってもよい。

30

【 0 0 4 0 】

また、電池 E C U 6 4 は、バッテリー 4 0 の出力上限 W_{out} を設定する。具体的には、電池 E C U 6 4 は、バッテリー 4 0 の S O C が所定のしきい値を下回った場合に、S O C が低下するに従って出力上限 W_{out} が低下するように出力上限 W_{out} を設定する。そして、電池 E C U 6 4 は、設定された出力上限 W_{out} を F D C - E C U 6 0 へ送信する。

【 0 0 4 1 】

40

この F C V 1 では、バッテリー 4 0 は、コンバータを介することなく電力線 7 0 に接続されており、基本的には、インバータ 1 2 及び M G 1 0 が要求する走行パワーと、F C システム 2 0 の出力との差によってバッテリー 4 0 の充放電量が決まる。したがって、走行パワーに基づいて F C システム 2 0 の出力を F D C - E C U 6 0 により制御することによって、バッテリー 4 0 の充放電及び S O C を制御することができる。

【 0 0 4 2 】

本実施の形態に従う F C V 1 では、S O C の目標を示す目標 S O C が、走行モードに応じて F D C - E C U 6 0 により設定される。そして、バッテリー 4 0 の S O C が目標 S O C に近づくように、S O C と目標 S O C との偏差に基づいてバッテリー 4 0 の充放電要求量が算出され、算出された充放電要求量と走行パワーとに基づいて、F D C - E C U 6 0 によ

50

り F C システム 2 0 の出力が制御される。

【 0 0 4 3 】

目標 S O C については、後ほど詳しく説明する。なお、S O C の算出方法については、O C V (Open Circuit Voltage) と S O C との関係を示す O C V - S O C カープ (マップ等) を用いた手法や、バッテリー 4 0 に対して入出力される電流の積算値を用いた手法等、公知の各種手法を用いることができる。

【 0 0 4 4 】

M G - E C U 6 6 は、F C V 1 に要求される走行パワーの算出値を F D C - E C U 6 0 から受け、その走行パワーに基づいて、インバータ 1 2 により M G 1 0 を駆動するための信号を生成してインバータ 1 2 へ出力する。

10

【 0 0 4 5 】

< 走行モードの説明 >

上述のように、F C V 1 は、F C システム 2 0 とバッテリー 4 0 とを備えている。そして、本実施の形態に従う F C V 1 では、F C システム 2 0 とバッテリー 4 0 との使い方に応じた 4 つの走行モードが設けられている。

【 0 0 4 6 】

図 2 は、F C V 1 に設けられる走行モードを示す図である。図 2 を参照して、本実施の形態に従う F C V 1 には、「F C モード」、「F C E V モード」、「E V モード」、「C H G モード」の 4 つの走行モードが存在する。F C V 1 のユーザは、これらの走行モードの中から所望の走行モードをモードスイッチ 6 2 から選択することができる。

20

【 0 0 4 7 】

図 3 は、F C モードにおける電力の基本的な流れを示す図である。図 3 を参照して、F C モードは、F C システム 2 0 の燃料 (水素) が枯渇するまで、基本的に F C システム 2 0 の出力のみで走行する走行モードである。なお、燃料が枯渇した後は、バッテリー 4 0 の出力のみで走行することになる。

【 0 0 4 8 】

F C モードでは、F C システム 2 0 の出力のみで走行するために、インバータ 1 2 が必要とするパワーすなわち走行パワー (要求値) と同等のパワーを F C システム 2 0 が出力するように、走行パワーに基づいて F D C - E C U 6 0 により F C システム 2 0 (昇圧コンバータ 2 4) が制御される。

30

【 0 0 4 9 】

なお、F C モードであっても、アクセルペダルが大きく踏み込まれる等して大きな走行パワーが要求され、F C システム 2 0 の出力上限 W_{fc} を走行パワーが上回る場合には、バッテリー 4 0 からパワーの不足分が持ち出される。また、F C V 1 の制動時等、M G 1 0 の回生発電が行なわれる場合には、インバータ 1 2 からバッテリー 4 0 へ M G 1 0 による発電電力が供給される。

【 0 0 5 0 】

このように、F C モードでは、バッテリー 4 0 は、F C V 1 の加速時に F C システム 2 0 の出力だけでは不足するパワーを補ったり、F C V 1 の制動時等に M G 1 0 により発電される電力を蓄えたりするエネルギーバッファとして機能し、S O C の制御は特に行なわれない。なお、S O C が下限に達した場合には、バッテリー 4 0 の出力は 0 に制御され、S O C が上限に達した場合には、M G 1 0 による回生発電は行なわれない。

40

【 0 0 5 1 】

図 4 は、F C E V モードにおける電力の基本的な流れを示す図である。図 4 を参照して、F C E V モードは、本実施の形態に従う F C V 1 における特徴的な走行モードであり、基本的に F C システム 2 0 の出力のみで走行しつつ、S O C の低下に従ってバッテリー 4 0 の出力上限 W_{out} を低下させる S O C のしきい値よりも高い値に S O C を維持する走行モードである。なお、燃料が枯渇した後は、F C モード同様、バッテリー 4 0 の出力のみでの走行となり、S O C は走行に応じて成り行きで低下していく。

【 0 0 5 2 】

50

ＦＣシステム２０とバッテリー４０とを備えるＦＣＶ１においては、ＦＣシステム２０の出力とバッテリー４０の出力（或いはＳＯＣ）とを協調して制御しないと、ＦＣシステム２０の出力とバッテリー４０の出力とを合わせたシステム出力が制限されることにより、ＦＣＶ１の走行性能が低下する可能性がある。以下、この点について説明する。

【００５３】

図５は、ＦＣシステム２０及びバッテリー４０のエネルギー残量とシステム出力上限との関係を示した図である。図５において、横軸は、ＦＣシステム２０及びバッテリー４０の各々のエネルギー残量（％）を示し、縦軸は、ＦＣシステム２０の出力上限とバッテリー４０の出力上限とを合わせたシステム出力上限（Ｗ）を示す。なお、横軸のエネルギー残量は、ＦＣシステム２０については水素残量（１００％で満充填状態）を示し、バッテリー４０についてはＳＯＣを示す。

10

【００５４】

図５を参照して、ＦＣシステム２０の出力上限 W_{fc} は、水素残量に拘わらず一定値である。すなわち、ＦＣシステム２０は、燃料が枯渇するまでは、水素残量に拘わらず出力上限 W_{fc} まで電力を出力することができる。一方、バッテリー４０の出力上限 W_{out} は、ＳＯＣがしきい値 S_1 を下回ると、ＳＯＣの低下に従って低下し、下限値 S_L において０となる。したがって、ＦＣシステム２０の出力上限 W_{fc} とバッテリー４０の出力上限 W_{out} とを合わせたシステム出力上限は、バッテリー４０においてＳＯＣがしきい値 S_1 を下回ると、ＳＯＣが低下するに従って低下する。そして、システム出力上限が低下すると、加速時の走行パワーが制限されることにより走行性能が低下する。

20

【００５５】

そこで、本実施の形態に従うＦＣＶ１では、走行モードの１つにＦＣＥＶモードが設けられ、モードスイッチ６２からユーザがＦＣＥＶモードを選択可能としている。ＦＣＥＶモードでは、ＳＯＣの低下によりシステム出力上限が低下しないように、バッテリー４０の目標ＳＯＣがしきい値 S_1 よりも高い値に設定される。これにより、ＦＣシステム２０の燃料が枯渇すれば、その後ＳＯＣは低下するけれども、燃料が枯渇するまでは、ＳＯＣがしきい値 S_1 よりも高い値に維持されるため、システム出力が制限されるのを回避することができる。したがって、走行性能の低下を抑制することができる。

【００５６】

ＦＣＥＶモードにおいて、要求される走行パワーに従って走行しつつ、ＳＯＣをしきい値 S_1 よりも高い目標ＳＯＣに維持するために、このＦＣＶ１では、ＦＣＥＶモードの選択中は以下のような制御が行なわれる。すなわち、ＳＯＣが目標ＳＯＣに維持されるようにＦＣシステム２０からバッテリー４０へ必要に応じて電力が供給され、かつ、インバータ１２が必要とするパワーすなわち走行パワー（要求値）をＦＣシステム２０が出力するように、走行パワー及びバッテリー４０のＳＯＣに基づいてＦＤＣ－ＥＣＵ６０によりＦＣシステム２０（昇圧コンバータ２４）が制御される。

30

【００５７】

なお、ＦＣＥＶモードであっても、アクセルペダルが大きく踏み込まれる等して大きな走行パワーが要求され、ＦＣシステム２０の出力上限を走行パワーが上回る場合には、パワー不足分に相当する電力がバッテリー４０から持ち出される。また、ＦＣＶ１の制動時等、ＭＧ１０の回生発電が行なわれる場合には、インバータ１２からバッテリー４０へＭＧ１０による発電電力が供給される。

40

【００５８】

図６は、ＥＶモードにおける電力の基本的な流れを示す図である。図６を参照して、ＥＶモードは、ＦＣシステム２０の燃料（水素）を用いずに、基本的にバッテリー４０の出力のみで走行する走行モードである。

【００５９】

なお、ＥＶモードであっても、アクセルペダルが大きく踏み込まれる等して大きな走行パワーが要求され、バッテリー４０の出力上限 W_{out} を走行パワーが上回る場合には、ＦＣシステム２０からパワーの不足分を出力するようにしてもよい。また、ＦＣＶ１の制動

50

時等、MG10の回生発電が行なわれる場合には、インバータ12からバッテリー40へMG10による発電電力が供給される。

【0060】

図7は、CHGモードにおける電力の基本的な流れを示す図である。図7を参照して、CHGモードは、バッテリー40のSOCが低下している場合に、FCシステム20の出力を用いてバッテリー40を積極的に充電することによりSOCを所定レベルまで上昇させるモードである。

【0061】

なお、CHGモードであっても、アクセルペダルが踏み込まれる等して走行パワーが要求されれば、FCシステム20からインバータ12へ電力が供給される。さらに、アクセルペダルが大きく踏み込まれる等して大きな走行パワーが要求された場合には、バッテリー40からもインバータ12へ電力が供給される。また、FCV1の制動時等、MG10の回生発電が行なわれる場合には、インバータ12からバッテリー40へMG10による発電電力が供給される。

【0062】

図8は、FDC-ECU60により実行される処理の手順の一例を示すフローチャートである。なお、処理の一部については、電池ECU64又はMG-ECU66に分担させてもよいし、図示しない他のECU(車両全体を統括的に制御する車両ECU等)が行なってもよい。このフローチャートに示される一連の処理は、所定周期毎に繰り返し実行される。

【0063】

図8を参照して、FDC-ECU60は、アクセル開度、選択中のシフトレンジ、車速等の情報を取得する(ステップS10)。アクセル開度は、アクセル開度センサによって検出され、車速は、車速センサによって検出される(いずれも図示せず)。車速に代えて、駆動軸やペラ軸の回転数を用いてもよい。

【0064】

次いで、FDC-ECU60は、シフトレンジ毎に予め準備された、要求駆動力とアクセル開度と車速との関係を示す駆動力マップを用いて、ステップS10において取得された情報から要求駆動力(トルク)を算出する(ステップS20)。そして、FDC-ECU60は、算出された要求駆動力に車速を乗算し、所定の損失パワーを上乗せして、FCV1の走行パワー(要求値)を算出する(ステップS30)。

【0065】

続いて、FDC-ECU60は、ステップS20において算出された要求駆動力からMG10のトルクを算出する(ステップS40)。なお、算出されたMG10のトルクは、MG-ECU66へ送信され、MG-ECU66により、MG10が当該トルクを出力するようにインバータ12が制御される。

【0066】

次いで、FDC-ECU60は、モードスイッチ62から走行モードの設定を取得する(ステップS50)。そして、走行モードが「FCEVモード」である場合に、FDC-ECU60は、バッテリー40の目標SOCを算出する(ステップS60)。本実施の形態に従うFCV1では、この目標SOCは、FCシステム20の出力上限 W_{fc} とバッテリー40の出力上限 W_{out} とを合わせたシステム出力上限 W_s に相当するシステム出力を所定時間可能とする走行性能を確保できる値に算出される。このFCEVモードにおける目標SOCの算出方法については、後ほど詳しく説明する。

【0067】

なお、走行モードが「FCモード」又は「EVモード」のときは、目標SOCは基本的に算出されない。走行モードが「CHGモード」のときは、予め設定された値、或いはユーザにより設定された値が目標SOCに設定される。

【0068】

次いで、FDC-ECU60は、バッテリー40の充放電要求(パワー)を算出する(ス

10

20

30

40

50

テップ S 7 0)。この充放電要求量は、バッテリー 4 0 の S O C と目標 S O C とに基づいて算出される。具体的には、目標 S O C からの S O C 偏差と充放電要求量との関係を示す予め準備されたマップ等を用いて、S O C が目標 S O C よりも高い場合は、S O C が高いほど充放電要求量は大きな正值（放電要求）として算出され、S O C が目標 S O C よりも低い場合は、S O C が低いほど充放電要求量は大きな負値（充電要求）として算出される。

【 0 0 6 9 】

なお、充放電要求量には、上下限が設けられている。具体的には、充放電要求量の上限（正側）は、出力上限 W_{out} に制限され、充放電要求量の下限（負側）は、入力上限 W_{in} に制限される。また、目標 S O C が算出されない「F C モード」及び「E V モード」のときは、充放電要求の算出も行なわれない。

10

【 0 0 7 0 】

次いで、F D C - E C U 6 0 は、F C システム 2 0 の出力を算出する（ステップ S 8 0）。具体的には、走行モードが「F C E V モード」である場合は、ステップ S 3 0 において算出された走行パワーから、ステップ S 7 0 において算出された充放電要求量を減算することによって、F C システム 2 0 の出力が算出される。

【 0 0 7 1 】

なお、走行モードが「F C モード」のときは、ステップ S 3 0 において算出された走行パワーが、F C システム 2 0 の出力とされる。また、走行モードが「E V モード」のときは、F C システム 2 0 の出力は 0 とされ、走行モードが「C H G モード」のときは、ステップ S 7 0 において算出された充放電要求量（充電のため負値）の絶対値が F C システム 2 0 の出力とされる。

20

【 0 0 7 2 】

そして、F C システム 2 0 の出力がステップ S 8 0 において算出された出力となるように、F D C - E C U 6 0 により F C システム 2 0 の昇圧コンバータ 2 4 が制御される。

【 0 0 7 3 】

図 9 は、図 8 のステップ S 6 0 において、走行モードが F C E V モードである場合に目標 S O C を算出する方法の一例を示すフローチャートである。図 9 を参照して、F D C - E C U 6 0 は、バッテリー 4 0 の出力上限 W_{out} が S O C により制限されていないときの出力上限 W_{out} （S O C がしきい値 S 1（図 5）よりも高いときの出力上限 W_{out} ）を取得する（ステップ S 1 1 0）。

30

【 0 0 7 4 】

次いで、E D C - E C U 6 0 は、F C システム 2 0 の出力上限 W_{fc} と、ステップ S 1 1 0 において取得されたバッテリー 4 0 の出力上限 W_{out} とを合わせたシステム出力上限 W_s （ $W_s = W_{fc} + W_{out}$ ）を算出する（ステップ S 1 2 0）。なお、F C システム 2 0 の出力上限 W_{fc} は、F C システム 2 0 の燃料残量に拘わらず一定の値である。

【 0 0 7 5 】

そして、E D C - E C U 6 0 は、ステップ S 1 2 0 において算出されたシステム出力上限 W_s に基づいて、バッテリー 4 0 の目標 S O C を算出する（ステップ S 1 3 0）。具体的には、E D C - E C U 6 0 は、ステップ S 1 2 0 において算出されたシステム出力上限 W_s に相当するシステム出力を所定時間（たとえば数十秒）確保できる S O C を目標 S O C として算出する。

40

【 0 0 7 6 】

このような目標 S O C は、たとえば、システム出力上限 W_s に所定時間を乗算して得られる電力量をバッテリー 4 0 の容量で除算し、得られた値（S O C 量）をしきい値 S 1（図 5）に加算することで算出することができる。或いは、図 1 0 に示されるように、システム出力上限 W_s と目標 S O C との関係を予めマップや関係式等で求めておき、このようなマップ或いは関係式を用いて、ステップ S 1 2 0 において算出されたシステム出力上限 W_s に基づいて目標 S O C を算出してもよい。

【 0 0 7 7 】

なお、目標 S O C は、上記のようにして算出される値に適当なマージンを有する値とす

50

ることができるが、SOCが高い状態は、バッテリー40の劣化を促進する可能性があるため、上記のマージンは大きすぎない方がよい。

【0078】

図11は、走行モードがFCEVモードである場合のSOC及びシステム出力上限の推移を示す図である。なお、システム出力上限は、上述のようにFCシステム20の出力上限とバッテリー40の出力上限とを合わせたものであり、これによってFCV1の走行性能（出力特性）が決まる。

【0079】

図11を参照して、線L1は、バッテリー40の目標SOCの推移を示し、線L2は、バッテリー40の実SOCの推移を示す。図示のように、目標SOCは、SOCの低下に従ってバッテリー40の出力上限Woutの低下が開始するしきい値S1（図5）よりも高い値SCに設定されている。

10

【0080】

時刻t2においてFCシステム20の燃料である水素が枯渇するまで、SOCは目標SOCに維持される。これにより、FCシステム20の燃料が枯渇するまでは、システム出力上限が低下することなく、FCV1は、システム出力上限Wsに相当するパワーを所定時間出力することが可能である。このように、FCV1は、FCシステム20の燃料が枯渇するまで、十分な走行性能を発揮することができる。

【0081】

なお、FCシステム20の燃料が枯渇した時刻t2以降は、SOCは、走行に応じて成り行きで低下していく。

20

【0082】

以上のように、この実施の形態においては、走行モードがFCEVモードである場合に、バッテリー40の目標SOCが、SOCの低下に従ってバッテリー40の出力上限Woutの低下が開始するしきい値S1（図5）よりも高い値に設定される。これにより、SOCが低下することによりシステム出力が制限されるのを回避することができる。したがって、この実施の形態によれば、走行性能の低下をできるだけ抑制することができる。

【0083】

また、この実施の形態では、目標SOCは、SOCがしきい値S1よりも高いときのバッテリー40の出力上限WoutとFCシステム20の出力上限Wfcとを合わせたシステム出力上限Wsに相当するシステム出力を所定時間確保可能な値に算出される。これにより、FCV1は、システム出力上限Wsに相当するパワーを所定時間連続して出力することができる。したがって、この実施の形態によれば、システム出力が制限されることによる走行性能の低下を抑制することができる。

30

【0084】

今回開示された実施の形態は、全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

40

【0085】

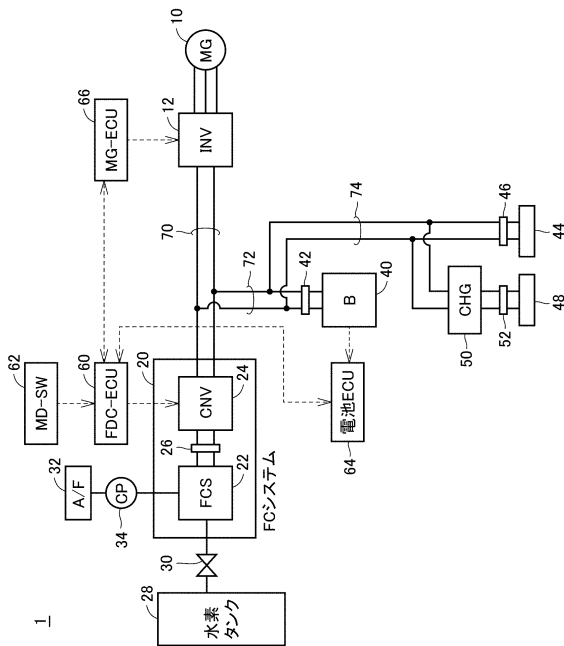
1 FCV、10 MG、12 インバータ、20 FCシステム、22 FCスタック、24 昇圧コンバータ、26, 42, 46, 52 リレー、28 水素タンク、30 供給バルブ、32 エアフィルタ、34 コンプレッサ、40 バッテリー、44 DCインレット、48 ACインレット、50 充電器、60 FDC-ECU、62 モードスイッチ、64 電池ECU、66 MG-ECU、70, 72, 74 電力線。

50

【図面】

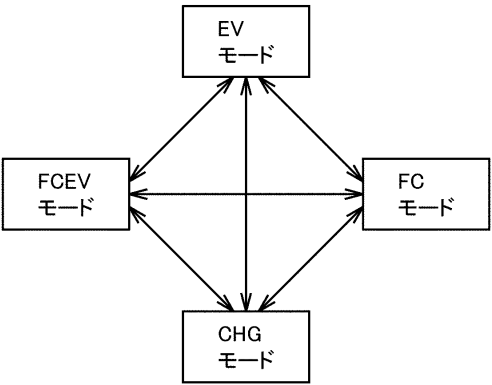
【図 1】

図1



【図 2】

図2



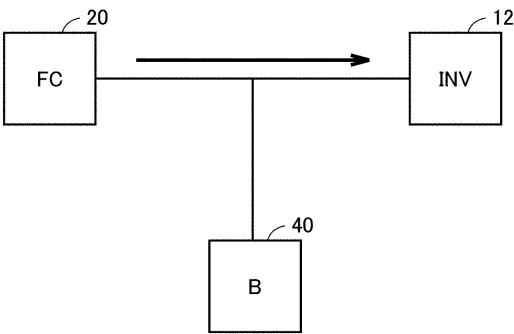
10

20

【図 3】

図3

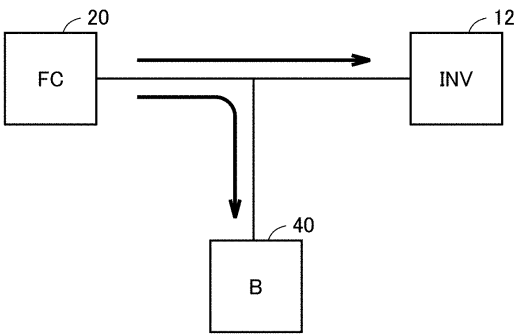
FCモード



【図 4】

図4

FCEVモード

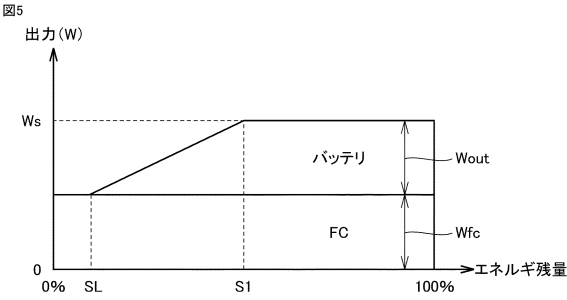


30

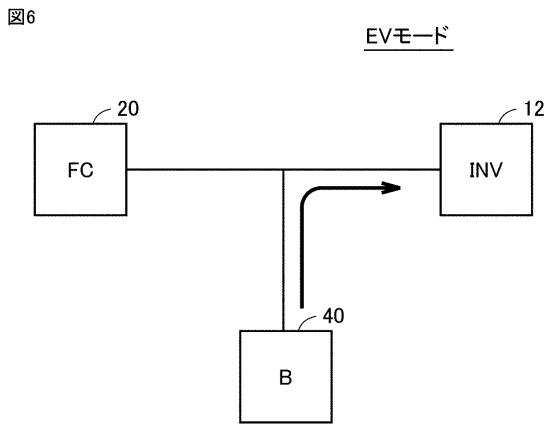
40

50

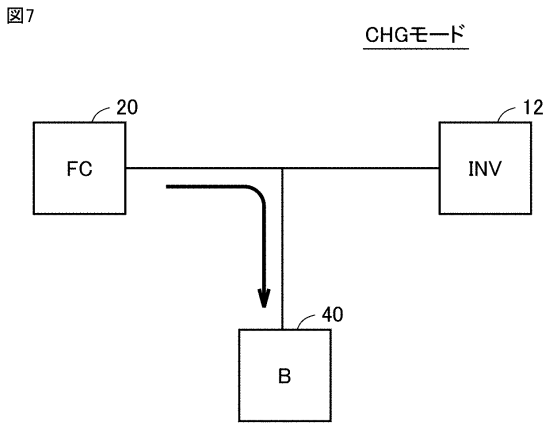
【図 5】



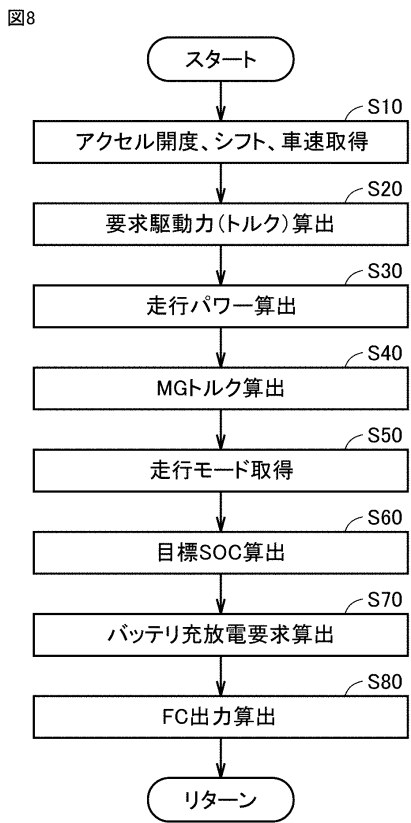
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

20

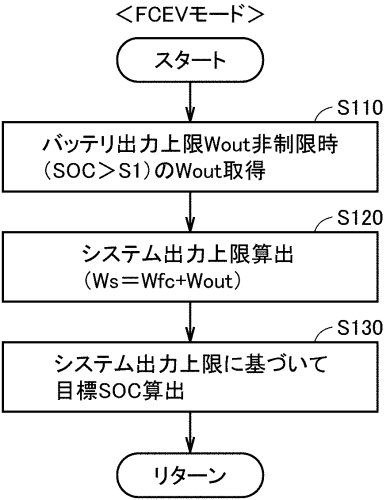
30

40

50

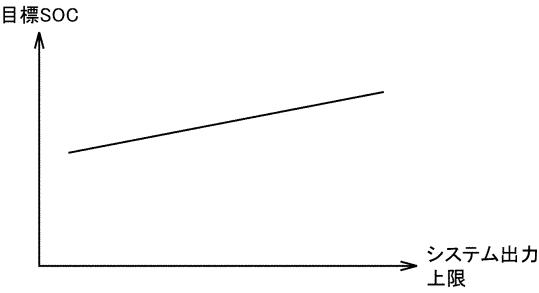
【図 9】

図9



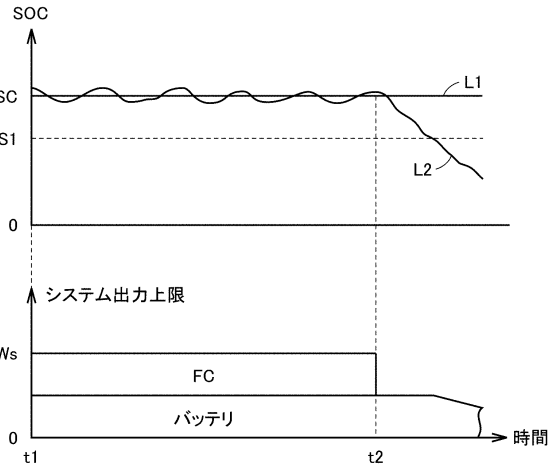
【図 1 0】

図10



【図 1 1】

図11



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 M	10/44	(2006.01)	H 0 1 M	8/00	Z
B 6 0 L	50/75	(2019.01)	H 0 1 M	8/04537	
B 6 0 L	58/12	(2019.01)	H 0 1 M	10/48	P
B 6 0 L	53/14	(2019.01)	H 0 1 M	10/44	Q
H 0 1 M	8/04858	(2016.01)	B 6 0 L	50/75	
H 0 1 M	8/10	(2016.01)	B 6 0 L	58/12	
			B 6 0 L	53/14	
			H 0 1 M	8/04858	
			H 0 1 M	8/10	1 0 1

(56)参考文献

特開 2 0 1 1 - 0 6 6 9 7 3 (J P , A)
 特開 2 0 1 0 - 0 2 8 8 8 6 (J P , A)
 国際公開第 2 0 1 6 / 1 5 1 6 9 5 (W O , A 1)
 特開 2 0 1 9 - 1 6 0 4 0 2 (J P , A)
 特開 2 0 1 8 - 1 4 7 6 1 5 (J P , A)
 米国特許出願公開第 2 0 1 2 / 0 1 3 3 2 0 3 (U S , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

B 6 0 L 1 / 0 0 - 3 / 1 2
 B 6 0 L 7 / 0 0 - 1 3 / 0 0
 B 6 0 L 1 5 / 0 0 - 5 8 / 4 0
 H 0 1 M 8 / 0 0 - 8 / 2 4 9 5
 H 0 1 M 1 0 / 4 2 - 1 0 / 4 8
 H 0 2 J 7 / 0 0